

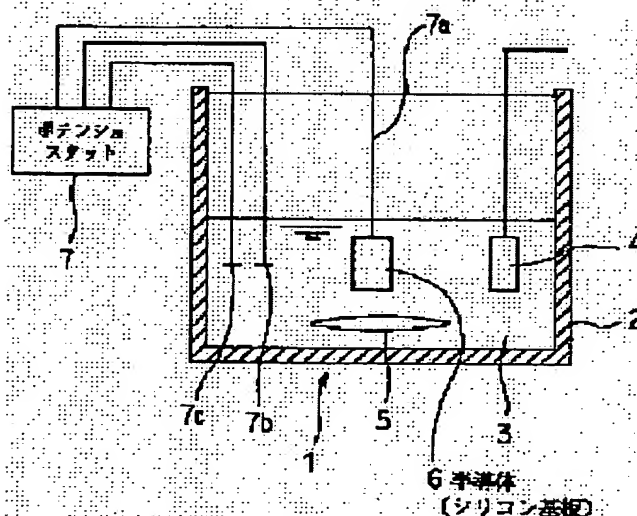
**ETCHING METHOD FOR SEMICONDUCTOR**

**Patent number:** JP2000091307  
**Publication date:** 2000-03-31  
**Inventor:** TANAKA HIROSHI; ITAYA KINGO; ABE KICHIJI  
**Applicant:** DENSO CORP  
**Classification:**  
- international: H01L21/3063; H01L21/308  
- european:  
**Application number:** JP19980261623 19980916  
**Priority number(s):**

**Abstract of JP2000091307**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To make etching treatment where semiconductor such as silicon is dipped in etching liquid a process superior in controllability.

**SOLUTION:** In etching equipment 1, TMAH aqueous solution 3 of 22 wt.% is kept at 80 deg.C in an etching bath 2, and a silicon wafer 6 is dipped and treated by etching. At this time, in smoothing etching treatment, a specified potential  $V_a$  to a reference electrode 7c is applied to a silicon wafer 6 via a potential applying electrode 7a by using a potentiostat 7. When Miller indices of the silicon wafer 6 are (110), by setting the applying potential  $V_a$  at a negative side from a rest potential  $V_r$ , etching restraining generation of micropylamids is enabled, and an etching surface is smoothed.



(19) 日本国特許庁 (J P) (12) 公開特許公報 (A) (11) 特許出願公開番号  
特開2000-91307  
(P2000-91307A)  
(49) 公開日 平成12年3月31日(2000.3.31)

(51) IntCl.<sup>7</sup> H 01 L 21/3063 21/308 FI  
H 01 L 21/306 21/308 L 5 F 0 4 3 B  
F-コード(参考)  
審査請求 未請求 請求項の数11 OL (全 9 頁)

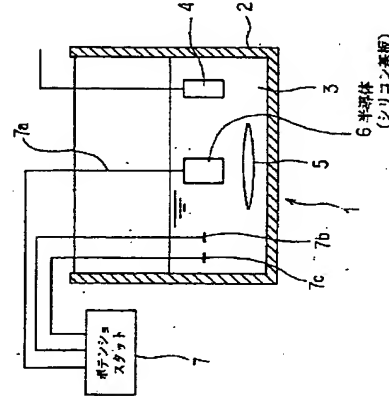
(21) 出願番号 特開平10-281623 (71) 出願人 000004280 株式会社デンソー  
(22) 出願日 平成10年9月16日(1998.9.16) (72) 発明者 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 田中 浩  
(72) 発明者 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 坂谷 謙悟  
(72) 発明者 宮城県仙台市青葉区荒井字青葉16 阿部 ▲吉▼次  
(72) 発明者 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 100071135 井理士 佐藤 敏  
(74) 代理人 最良真に校く

(54) [発明の名称] 半導体のエッチング方法

(57) [要約]

【課題】 シリコンなどの半導体をエッチング液に浸漬して行なうエッチング処理を制御性の良いプロセスとする。

【解決手段】 エッチング装置1は、エッチング槽2内に2.2wt%のTMAH水溶液3を80℃に保持した状態とし、シリコンウエハ6を浸漬してエッチング処理を行なう。このとき、平槽化エッチング処理では、シリコンウエハ6にポテンシャル7aを電位印加電極7cを介して印加する。シリコンウエハ6の面方位指数が(110)の場合には、印加電位VaをレストポテンシャルVrよりも負側に設定すると、マイクログラミッドの発生を抑制したエッチングを行なえ、エッチング面は平槽化される。



【特許請求の範囲】  
【請求項1】 半導体をエッチング液中に浸すことによりエッチング処理を行なう半導体のエッチング方法において、

前記エッチング液は、水酸化第4アンモニウム (TAAH (Tetra Alkyl Ammonium Hydroxide) ; [R<sub>1</sub>R<sub>2</sub>R<sub>3</sub>R<sub>4</sub>N]<sup>+</sup>OH<sup>-</sup>, ただしR<sub>1</sub>~R<sub>4</sub>はアルキル基を示す) 水溶液を所定濃度に調整したものを用い、  
前記半導体に所定電位を与えた状態で前記エッチング処理を行なうことを特徴とする半導体のエッチング方法。  
【請求項2】 請求項1に記載の半導体のエッチング方法において、

前記半導体が、主表面の面方位指数が(110)のシリコン基板である場合に、  
前記エッチング処理時に前記半導体を与える電位を前記エッチング液に浸漬される基極電極の電位に対してそのシリコン基板に電流が流れない状態として規定されるレストポテンシャルよりも負側の電位に設定することにより行なう平槽化エッチング処理工程を設けたことを特徴とする半導体のエッチング方法。  
【請求項3】 請求項1に記載の半導体のエッチング方法において、

前記半導体が、主表面の面方位指数が(100)のシリコン基板である場合に、  
前記エッチング処理時に前記半導体を与える電位を前記エッチング液に浸漬される基極電極の電位に対してそのシリコン基板に流れるアノード電流が最大となる電位として規定されるパッシベーションポテンシャルと前記レストポテンシャルとの間の電位に設定することにより行なう平槽化エッチング処理工程を設けたことを特徴とする半導体のエッチング方法。  
【請求項4】 請求項2あるいは3に記載の半導体のエッチング方法において、

前記平槽化エッチング処理工程は、前記半導体に電位を与えない状態で行なうエッチング処理工程の後工程として実施されることを特徴とする半導体のエッチング方法。  
【請求項5】 請求項1ないし4のいずれかに記載の半導体のエッチング方法において、

前記エッチング液は、水酸化第4アンモニウムとしての水酸化テトラメチルアンモニウム (TMAH (Tetra Methyl Ammonium Hydroxide) ; [(CH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>N]<sup>+</sup>OH<sup>-</sup>; 以下TMAHと称す) 水溶液を用いることを特徴とする半導体のエッチング方法。  
【請求項6】 請求項5に記載の半導体のエッチング方法において、

前記TMAH水溶液は、2.0~5.0wt%の範囲の濃度に調整されていることを特徴とする半導体のエッチング方法。

法において、  
前記TMAH水溶液は、2.2wt%の濃度に調整されていることを特徴とする半導体のエッチング方法。  
【請求項8】 請求項1に記載の半導体のエッチング方法において、

前記半導体が、主表面の面方位指数が(110)のシリコン基板である場合に、  
前記エッチング処理時に前記半導体を与える電位を前記パッシベーションポテンシャルと前記レストポテンシャルとの間の電位に設定することにより行なう平槽化エッチング処理工程を設けたことを特徴とする半導体のエッチング方法。  
【請求項9】 請求項1に記載の半導体のエッチング方法において、

前記半導体が、主表面の面方位指数が(100)のシリコン基板である場合に、  
前記エッチング処理時に前記半導体を与える電位を前記レストポテンシャルよりも負側の電位に設定することにより行なう平槽化エッチング処理工程を設けたことを特徴とする半導体のエッチング方法。  
【請求項10】 請求項1ないし3のいずれかに記載の半導体のエッチング方法において、

前記エッチング処理により前記半導体のエッチング面に現れる異なる面方位についてそれらの面方位に対するエッチングの進行速度比を前記半導体を与える所定電位のレベルを調整することにより設定することを特徴とする半導体のエッチング方法。  
【請求項11】 請求項10に記載の半導体のエッチング方法において、

前記半導体としてのシリコン基板に対して面方位指数が(100)および(110)のエッチングの進行速度比を設定するようにシリコン基板に電位を与えることを特徴とする半導体のエッチング方法。  
【発明の詳細な説明】  
【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体をエッチング液中に浸すことによりエッチング処理を行なうようにした半導体のエッチング方法に関する。

【0002】  
【発明が解決しようとする課題】 従来、半導体としてのシリコンのエッチング方法のうちで、特に異方性エッチングを行なう方法としては、例えば、特開平3-201533号公報で示されるものがある。これは、異方性エッチング液として、半導体製造工程に適合するようにアルカリ金属イオンを含まない材料を採用しており、具体的には水酸化テトラメチルアンモニウム (TMAH) の水溶液を用いて行なうものである。  
【0003】 TMAH水溶液は、温度や濃度が調整され

合、低濃度側ではエッチング速度が速くなる傾向にある。例えば、この範囲内における安定した条件が得られる濃度として22wt%の水溶液がシリコンの両方性エッチング液として採用されることがある。

【0004】しかし、このように低濃度側のTMAH水溶液を用いたシリコンの両方性エッチング処理においては、安定条件の状態のままであればエッチング液面に荒れが生じないプロセスであった場合でも、そのエッチング条件としての温度や、エッチングの進行に伴うTMAH水溶液の濃度変動などに起因して、エッチング後にシリコン基板のエッチング面にマイクロピラミッドが生じたり、あるいは陥凹の凹凸をなす損傷が形成されたりする場合がある。

【0005】したがって、生産ラインなどにおけるように、エッチング処理の進行と共に多少のエッチング条件の変動が生じた場合でも、エッチング面の平滑度を再現性良く安定的に得る必要がある場合に、その要件を満たすことが難しくなる不具合があり、全体としてプロセス制御性に乏しくなる面がある。

【0006】このような不具合は、例えば、半導体圧力センサなどのダイアフラムを形成するための両方性エッチングを行なう場合において重要な問題となる。すなわち、ダイアフラムは、シリコン基板の厚さ寸法に対してその大部分をエッチングにより除去して所望の厚さとなすように形成されるが、圧力に対する感度特性を精度良く得るためには、ダイアフラムのエッチング面が平滑に形成されることが必要である。このエッチング面にマイクロピラミッドなどの凹凸が形成されると、ダイアフラムの厚さ寸法が規格通りに形成されていたとしても圧力検出の精度の点でばらつきが発生するなどの不具合が生ずるからである。

【0007】一方、エッチング液面の荒れの発生をなくし、平滑なエッチング面に仕上げる方法としては、例えば、特開平8-13165号公報に示されるものがある。これは、フッ化アンモニウム(NH<sub>4</sub>F)溶液中にシリコン基板を浸漬し、そのシリコン基板に電位を印加しながらエッチング処理を行なうもので、その印加電位を例えばレストポテンシャル以下となるように制御して原子レベルの平坦度が得られるようにした微細加工技術である。

【0008】しかしながら、上述の方法において使用するエッチング液としてのフッ化アンモニウム水溶液は、本来、エッチング速度が小さいものであり、しかも、フッ素イオンを含むことから、半導体製造工程においては安全性の点で加熱処理をすることが難しくなることや、作業性が良好でないなどの面がある。

【0009】また、上述した圧力センサのダイアフラム形成のエッチング処理と異なり、TMAH水溶液を用い

る。すなわち、シリコン基板の表面に、例えばオーミックコンタクトを形成する領域にマイクロピラミッドの凹凸な微かな凹凸を形成して接触面積を増加せたり、あるいは接合部分に微かな凹凸を形成して接合剤による接触面積を増加させて接合強度を高めるなど、粗面化処理を行なうことが考えられる。

【0010】しかしながら、このような場合においても、前述同様の理由により、製造プロセスとして安定的にマイクロピラミッドを発生させるようなエッチング処理を行なうことができず、場合によってはマイクロピラミッドが発生せず、比較的平滑な面が形成されてしまったり、マイクロピラミッドの形成状態を制御することが困難となる不具合があった。

【0011】本発明は、上記事項に鑑みたまえられたもので、その目的は、シリコンウエハなどの半導体のエッチング処理をする場合に、そのエッチング面の仕上げ状態を平滑化しうることであるいは粗面化しうることと制御性を良く行なうことができ、プロセス制御性の向上を図れる半導体のエッチング方法を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明によれば、エッチング液として水酸化第4アンモニウム水溶液を用い、半導体に所定電位を与える状態でエッチング処理を行なうので、エッチング速度をある程度確保しつつエッチング液の仕上げが制御しながらエッチング処理を行なうことができ、しかも、エッチング液中にアルカリ金属イオンを含んでいないので、半導体製造工程に送しており、また、エッチング液の取り扱いおよびエッチング条件としての温度設定などに支障を来すことのない条件で行なうことができるようになる。

【0013】請求項2の発明によれば、平滑化エッチング処理工程の実施に際して、主表面の面方位指数が(110)のシリコン基板を半導体として使用する場合には、エッチング処理時にシリコン基板に与える電位をレストポテンシャルよりも負側の電位に設定することにより行なうので、上述した効果に加えて、エッチング面の凹凸を解消するようにエッチングが進行するようになると共に、エッチング中にマイクロピラミッドが発生するのを強力抑制することができ、これによってエッチング面を平滑な面に形成するようにプロセス制御を行なうことが可能となる。

【0014】請求項3の発明によれば、平滑化エッチング処理工程の実施に際して、主表面の面方位指数が(110)のシリコン基板を半導体として使用する場合には、エッチング処理時にシリコン基板に与える電位をバシベンションポテンシャルとレストポテンシャルとの間の電位に設定することにより行なうので、前述した効果に加えて、酸化膜が形成されたい条件を満たしつつ、

ットが発生するのを強力抑制することができ、これによってエッチング面を平滑な面に形成するようにプロセス制御を行なうことが可能となる。

【0015】請求項4の発明によれば、上述したそれぞれの平滑化エッチング処理工程を実施することに先だって、シリコン基板を電位を与えない状態でエッチング処理するので、平滑化エッチング処理工程に行なうエッチング処理に比べてエッチング速度を高めたエッチングを行なうことができ、この場合にシリコン基板のエッチング面に発生することが予測される比較的小量のマイクロピラミッドや陥凹の凹凸は、上述した平滑化エッチング処理工程にて解消させることがので、エッチング処理に要する時間を短縮しつつ、仕上がりので、エッチング面を平滑化した良好な面として形成することができ、るようになる。

【0016】請求項5ないし7の発明によれば、エッチング液として、水酸化テトラメチルアンモニウム(TMAH)水溶液を用い、これを20～50wt%の範囲に調整し、さらに、22wt%の濃度に調整して用いるので、シリコン基板のエッチング時にエッチング面のダメージを比較的小なくした状態としながら、エッチング速度を比較的高めることができ、しかも、アルカリ金属イオンなどを含まない処理が可能となり、半導体製造工程上で取り扱い易いものとなり、加熱などで処理を受けることなく条件設定を行なうことができるようになる。

【0017】請求項8の発明によれば、粗面化エッチング処理工程の実施に際して、主表面の面方位指数が(110)のシリコン基板を半導体として使用する場合には、エッチング処理時にシリコン基板に与える電位をバシベンションポテンシャルとレストポテンシャルとの間の電位に設定することにより行なうので、シリコン基板の主表面にマイクロピラミッドを積極的に形成することができ、これによって、エッチング面を粗面化するようにプロセス制御を行なうことができるようになる。

【0018】請求項9の発明によれば、粗面化エッチング処理工程の実施に際して、主表面の面方位指数が(110)のシリコン基板を半導体として使用する場合には、エッチング処理時にシリコン基板に与える電位をレストポテンシャルよりも負側の電位に設定することにより行なうので、シリコン基板の主表面にマイクロピラミッドを積極的に形成することができ、これによって、エッチング面を粗面化するようにプロセス制御を行なうことが可能となる。

【0019】請求項10および11の発明によれば、エッチング処理時に、異なる面方位指数の面に対するエッチングの速度比を設定する電位を半導体であるシリコン

指数とのエッチング進行速度比を選んで行なうことができ、これによって所望の形状にエッチングするための自由度が高くなり、エッチングのプロセス制御性の向上を図ることができるようになる。

【0020】

【発明の効果】(第1の実施形態) 以下、本発明の第1の実施形態について図1ないし図5を参照しながら説明する。本実施形態においては、半導体としてのシリコン基板を、その主表面の面方位指数が(110)のもの(110)のものをとを用いた場合の両者について、平滑化したエッチング液面を得るためのエッチング処理について説明する。

【0021】まず、本実施形態において用いるエッチング液としては、水酸化第4アンモニウムとして水酸化テトラメチルアンモニウム(以下TMAHと称す)を用いており、これは、メチル基(-CH<sub>3</sub>)の代わりにエチル基(-C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)やプロピル基(-C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>)あるいはブチル基(-C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>)などのアルキル基(C<sub>n</sub>H<sub>2n+1</sub>)に置き換えた材質のものを用いることもできる。

【0022】図1は、本実施形態におけるエッチング液の1の原理的な構成を示すもので、エッチング槽2内にはエッチング液としてTMAH水溶液3が収容されている。このTMAH水溶液3は、濃度が20～50wt%の範囲で、例えば22wt%に濃度調整されたものである。そして、TMAH水溶液3は、温度調整器4により所定温度である例えば80℃に濃度が保持されるように加熱冷却の温度制御がなされ、さらにエッチング槽2内の温度分布が一定となるようにスターラー5が槽内底部に配置され、回転磁界が与えられて回転することによりTMAH水溶液3を操作する。

【0023】エッチング液である半導体としてのシリコン基板は、主表面の面方位指数を(110)あるいは(100)としたn形のシリコンウエハ6を用いており、エッチング槽2内のTMAH水溶液3内に浸漬された状態でエッチング処理されるようになっている。なお、図示では、1枚のシリコンウエハ6のみを示した概略図としているが、製造工程で使用する場合には複数枚を同時に処理する構成を採用することができ、これは勿論である。

【0024】平滑化エッチング処理工程では、ポテンシャルスタット7aの電位印加電極7aがシリコンウエハ6に接続され、後述するようにして所定電位V<sub>a</sub>(V<sub>s</sub>, P<sub>1</sub>)が与えられる。ポテンシャルスタット7には、他に白金(Pt)製の対極7bおよび基準電極7cが設けられており、これらもTMAH水溶液3中に浸漬され、基準電極7cの電位に対して設定される所定電位V<sub>a</sub>が電位印加電極7aに与えられ、対極7bにより電

ング処理を行なう場合について、次の3つの態様を例にとりて説明する。すなわち、(1)1ステップで行なう面方位指数(110)のシリコンウエハ6のエッチング処理、(2)2ステップで行なう面方位指数(110)のシリコンウエハ6のエッチング処理、および、(3)面方位指数(100)のシリコンウエハ6のエッチング処理の3つの態様である。

【0026】(1)1ステップで行なう面方位指数(110)のシリコンウエハ6の平滑化エッチング処理これは、エッチング液としてのTMAH水溶液3(22wt%, 80℃に保持して使用)を用い、面方位指数が(110)のシリコンウエハ6の異方性エッチングを行なうものである。このとき、シリコンウエハ6には、ポテンシャル7の電位印加電極7aを介して所定電位Va(V vs. Pt)を印加した状態で、エッチング表面が平滑化された状態でエッチングを進行させる。

【0027】まず、この場合のシリコンウエハ6(面方位指数(110)のもの)は、後述するようにしてあらかじめ測定されたレストポテンシャルVrである-1.38(V vs. Pt)に対して、これよりも負側の電位である例えば-1.8(V vs. Pt)が所定電位Vaとして印加される。この状態で、例えば60分間エッチング処理を継続した場合でも、エッチング面にはマイクロピラミッドのない平滑な状態の面を得ることができ。なお、このときのエッチング速度は、図2(c)にも示すように、0.15~0.18μm/m1n程度である。

【0028】上述の印加電位Vaの条件は、後述する発明者らによる実験結果から得られたものである。この場合、レストポテンシャルVrよりも負側に設定してエッチングを行なう上述の場合には、エッチング速度は多少低下するが、エッチング表面はマイクロピラミッドのない平滑化された状態のものを得られる。また、シリコンウエハ6に印加する電位VaをレストポテンシャルVrよりも正側の電位として、例えば-1.2(V vs. Pt)を与えた場合には、エッチング速度は大きくなるが、60分のエッチング処理の後のエッチング表面にはマイクロピラミッドが発生する。

【0029】そして、レストポテンシャルVrの近傍での電位Vaを印加した場合には、図面(b)にはマイクロピラミッド発生と筋線発生との区別を明確にした状態で示しているが、実際には、これらが多少混在した状態となりつつも、マイクロピラミッドの発生は極少量であり、エッチング条件の多少の変動によってマイクロピラミッドが発生しなくなつて筋線様のみの発生となる場合もある。

【0030】このように、シリコンウエハ6に印加する

領域の電位に設定することにより)、エッチング表面には図4に模式的に示すような多少の筋線様(島状の筋は、幅が数十~数百数十μmの範囲で、凹凸は各筋線の単位毎に形成されている)が形成されるものの、実際にはマイクロピラミッドのような凸凹とは異なり、支障のない略平滑面として得ることができ、所望のエッチング深さまでのエッチング処理過程として、プロセス制御性の高いエッチング処理を行なうことができるようになる。

【0031】(2)2ステップで行なう面方位指数(110)のシリコンウエハ6のエッチング処理次に、上述の平滑化エッチング処理に先だって、シリコンウエハ6に対する電位印加を行なわない状態でTMAH水溶液3中でエッチング処理を行ない、続いて、シリコンウエハ6をそのままTMAH水溶液3中に浸漬した状態で上述の条件で電位Vaを印加して平滑化エッチング処理を行なうものである。

【0032】まず、電位印加を行なわない状態とは、シリコンウエハ6の電位がゼロということではなく、電流が流れない状態つまりレストポテンシャルVrが印加されている状態と等価である。したがって、エッチングされる条件としては、図2(b)に示しているように、マイクロピラミッドが発生する電位の領域と筋線様(図4参照)が形成される電位の領域との境界部分である。

【0033】このエッチング条件では、前述したように、場合によってはマイクロピラミッドの発生は極少量、全体としては筋線様が発生する状態である。この場合、例えば、60分のエッチング時間を経てエッチング面の観察をすると、面粗さは0.8μmRz(Rzは10点平均粗さを示す)であった。また、このエッチング条件においては、電位Vaを印加する前述のエッチング条件に比べてエッチング速度を大きくとることができる(図面(c)参照)。したがって、シリコンのエッチング深さ(エッチング量)寸法が大きき場合にはエッチング時間を短縮することができる。

【0034】さて、上述の電位印加を行なわないエッチング処理を行なう際には、シリコンウエハ6に、あらかじめ電位印加電極7aを接続した状態としておき、電位を印加しないことで上述のエッチング処理を行ない、続いて、そのままの状態、つまりシリコンウエハ6をTMAH水溶液3中に浸漬した状態のままで、印加電位Vaを-1.8(V vs. Pt)に設定して平滑化エッチング処理を行なう。

【0035】これにより、シリコンウエハ6のエッチング面に発生していた筋線様などの凹凸が解消されるようになり、60分のエッチング時間の経過後においては、面粗さが0.1~0.2μmRz程度まで改善された。なお、この場合においては、エッチング速度は、前述し

程度まで改善することができるようになる。

【0036】また、平滑化エッチング処理では、エッチング面の平滑度を高めることに代えてエッチング速度が低下することを述べたが、この場合においては、エッチング速度が低下することが逆にエッチングをストップさせる方向に制御することにもつながり、所望のエッチング深さに近づいたら平滑化エッチング処理に切り換えることにより、さらにプロセス制御性も高めることができるようになる。

【0037】(3)面方位指数(100)のシリコンウエハ6のエッチング処理

これは、(1)と同様に、面方位指数が(100)のシリコンウエハ6の平滑化エッチング処理を行なうためのエッチング条件を見出したもので、この場合には、面方位指数が(110)のシリコンウエハ6の場合とは逆の関係となることがわかった。

【0038】すなわち、マイクロピラミッドを発生させないようにするためには、シリコンウエハ6に与える電位VaをレストポテンシャルVr(=-1.25V vs. Pt)よりも正側の電位に設定する。また、その設定する電位Vaは、エッチング処理で酸化膜が形成されないように、パッシベーションポテンシャルVp(=-1.0V vs. Pt)よりも負側の電位の範囲の電位となるように、例えば、-1.1(V vs. Pt)程度に設定する。これにより、60分程度のエッチング時間でエッチング処理を継続した後においても、エッチング面を、マイクロピラミッドが発生しない平滑面として得ることができる。

【0039】次に、上述のようなエッチング条件を見だすために発明者らが行なった実験結果について説明する。まず、シリコンウエハ6に対して設定する電位Va(V vs. Pt)の値について具体的に説明する。まず、一般的には、シリコンウエハ6をTMAH水溶液3中に浸漬した状態で、負電位側から正電位側に向けて所定のスキヤン速度(例えば50mV/sec)で変化させるようにして走査電位V(V vs. Pt)を印加すると、ある電位VrまではTMAH水溶液3側から流れ込む方向への電流つまりカソード電流が流れ、その電位Vrよりも正電位側になると今度は対極7b側に向けて電流を流すようにアノード電流が流れるようになる。このとき、カソード電流もアノード電流も流れない電位Vrをレストポテンシャルと定義付けしている。

【0040】なお、レストポテンシャルは、電位の値としてはここでは負の値が得られているが、これは基準電極7cに対して得られる電位Va(V vs. Pt)の値であり、前述したように、シリコンウエハ6に電位を与えない状態でエッチング液中に浸漬したときの状態と等価となり、つまり、電位印加をしない場合はす

【0041】そして、アノード電流が流れる状態は、シリコンウエハ6が溶解あるいは酸化することに起因して発生するもので、あるピークとなる電流値に達するまでは主としてシリコンの溶解による電流が支配的であり、ピーク値を取る電位Vpよりもプラス側の電位になると酸化現象が支配的となり、これによってアノード電流は減少する傾向となる。そして、酸化現象が進行すると生成される酸化膜によって抵抗が高くなり、電流が阻止されるようになるので電流値はゼロに近付いて行くようになる。なお、アノード電流がピーク値となるとき電位Vpをパッシベーションポテンシャルと定義付けしている。

【0042】さて、上述のように基準電極7cを設けて電位印加電極7aの電位を設定することにより、設定されたシリコンウエハ6の電位Va(V vs. Pt)は、試料としてのシリコンウエハ6の大きさやTMAH水溶液3の温度変動などによる変動を受けることなく設定することができるようになる。また、レストポテンシャルVrやパッシベーションポテンシャルVpについても同様である。

【0043】図2(a)および図3(a)は、実際にシリコンウエハ6を用いて電位と電流との関係をプロットした結果(ボルタモグラム)を示すもので、これは、図2(a)がシリコンウエハ6が面方位指数(110)のものについて得られたもので、図3(a)が面方位指数(100)のものについて得られたものの結果を示している。つまり、同じシリコンウエハ6でも、エッチング液としてのTMAH水溶液3内に置かれる主たる面方位指数によって異なる結果が得られるのである。

【0044】すなわち、面方位指数(110)のシリコンウエハ6では、レストポテンシャルVrは-1.38(V vs. Pt)であり、パッシベーションポテンシャルVpは-0.95(V vs. Pt)となっており、面方位指数(100)のシリコンウエハ6では、レストポテンシャルVrは-1.25(V vs. Pt)であり、パッシベーションポテンシャルVpは-1.0(V vs. Pt)となっている。

【0045】次に、それぞれの面方位指数のシリコンウエハ6について、印加電位Vaを様々な値に設定してエッチング処理を行なった場合におけるエッチング面の様相とエッチング速度とについて得られた結果を図2(b)、(c)、図3(b)、(c)に示す。これにより、面方位指数が(110)のもの(100)のものとは、マイクロピラミッドが発生するときの条件がレストポテンシャルVrを控えてほぼ反対の特性があることがわかった。

【0046】すなわち、面方位指数(110)のシリコンウエハ6では、レストポテンシャルVrよりも負側の

ときにはマイクログロビラミッドが発生する結果となる。また、面方位(110)面のシリコンウエハ6では、レストポテンシャルV<sub>r</sub>を中心とした近傍の電位からそれよりも負側の電位を与えたときにはマイクログロビラミッドが発生し、正側の電位を与えたときにはマイクログロビラミッドの発生は抑制され略平滑なエッチング面を得ることができ。

【0047】さらに、エッチング速度については、面方位(110)面のシリコンウエハ6については、レストポテンシャルV<sub>r</sub>の電位あたりを境界として大きく変動する現象となっており、この事項は、逆にエッチング速度についても電位の設定によって制御することが可能であることを示している。

【0048】(第2の実施形態) 次に、図5を参照して本発明の第2の実施形態について説明する。これは、エッチングしようとするシリコンウエハ6の表面を粗面化する場合のエッチングつまり粗面化エッチング処理を行う場合である。すなわち、シリコンウエハ6の表面に荒れた面を形成して表面積を広くすることにより、オーミックコンタクトを形成する場合や、形成した素子を接続する場合などに有効となるエッチング面を形成しようとするものである。

【0049】これにより、例えば、オーミックコンタクト形成の場合においては、接触面積を増大させることで、その部分での接触抵抗を小さくして電気的性質の向上を図ることができるように、素子の接合面を形成する場合においては、接触面積を増大させることで、その部分での接触強度の向上を図ることができるようになる。

【0050】エッチング条件としては、第1の実施形態で説明したように、図2および図3で示される電位の各傾城のうちで、面方位指数が(110)のシリコンウエハ6の場合には、図2(b)に示すように、印加する電位V<sub>a</sub>をマイクログロビラミッドが発生する傾城(−1.5 V vs. P<sub>t</sub>)の電位である例えば−1.2 (V vs. P<sub>t</sub>)に設定してエッチング処理を行なう。すると、シリコンウエハ6のエッチング面には図5に示すようなマイクログロビラミッドが多数形成されるようになる。このとき、形成されるマイクログロビラミッドの粗さを、印加する電位の値を適当に選定することにより制御することができる。

【0051】また、面方位指数が(100)のシリコンウエハ6の場合には、印加する電位V<sub>a</sub>をマイクログロビラミッドが発生する傾城(−1.45 V vs. P<sub>t</sub>)より、もう少し負側の電位領域の電位である例えば−1.55 (V vs. P<sub>t</sub>)に設定してエッチング処理を行なう。すると、シリコンウエハ6のエッチング面には、図5に示すようなマイクログロビラミッドが多数形成されるよ

選定することにより制御することができる。

【0052】なお、マイクログロビラミッドの大きさは、一辺が数μmから10 μm程度のもので、面方位指数(100)の面では底面が正方形のピラミッド状に形成されるが、面方位指数(110)の面では、底面が菱形状のピラミッド状に形成されることがわっている。

【0053】(第3の実施形態) 図6および図7は、本発明の第3の実施形態を示すもので、例えば、圧力センサのダイヤフラムなどを形成する場合において、面方位指数が(110)を有するシリコンウエハ6に印加する電位V<sub>a</sub>を調整することにより、その寸法を制御するエッチング処理を行なうものである。

【0054】図6は、エッチング処理を行なうシリコンウエハ6の圧力センサを形成するためのシリコン基板8部分の断面を示すもので、所望の厚さ寸法tのダイヤフラム9の部分形成するために、裏面(図示では上方)側から異方性エッチングを行なって深さ寸法Dの凹部10を形成する(図面(a)参照)。このとき、ダイヤフラム9の寸法(厚さtを有する部分の幅寸法)を所望の大きさに形成するために、図面(b)に示すように、主表面の面方位指数(110)に対して、凹部10の周囲部分をなす斜面部が面方位指数(100)で露出するように、この斜面部を考慮してエッチングマスク11を形成する。

【0055】本実施形態においては、シリコンウエハ6の面方位指数(110)の面のエッチング速度と、エッチング処理の進行に伴って凹部10に露出する面方位指数(100)の面の部分のエッチング速度との比をシリコンウエハ6への印加電位V<sub>a</sub>を調整することにより制御しようとするものである。

【0056】図7は、エッチング液を22 wt %のTMAH水溶液3を用い、80℃に保持した状態でn形シリコンウエハ6への印加電位V<sub>a</sub>を変化させて(110)面および(100)面のエッチング速度を測定し、その比の値を示したものである。この結果、エッチング速度の比は、印加電位V<sub>a</sub>の依存性が高く、これを制御することにより所望のエッチング速度比でエッチング加工処理を行なうことができるようになる。

【0057】本発明は、上記実施形態にのみ限定されるものではなく、次のように変形または拡張できる。上記各実施形態においては、シリコンウエハ6としてn形のものを採用した場合について説明したが、これに限らず、p形のシリコンウエハ6についても同様のエッチング処理が成立する。なお、エッチング条件を決める印加電位V<sub>a</sub>の値や傾性については、n形あるいはp形の如何によらず、同様の特性を示すものとして扱うことができる。レストポテンシャルV<sub>r</sub>の値やパッシベーションポテンシャルV<sub>p</sub>の値そのものについては異なることが一

液3は、22 wt %のものに限らず、20〜50 wt %の範囲内であれば使用することができる。なお、濃度については、低濃度側の方がエッチング速度は高くなり、エッチング面は荒れやすくなる傾向にある。また、濃度変動が制御できる状態であれば、20 wt %の濃度で使用することは十分に可能である。同様にして、エッチング液の温度は80℃に設定してエッチング処理を行なっているが、これも適宜の条件に設定することができ。

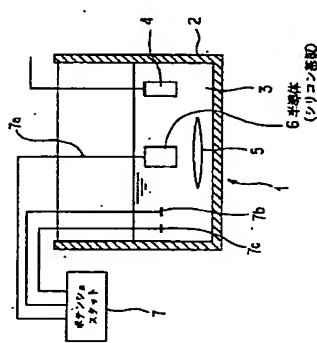
【0059】また、TMAH水溶液3に限らず、水酸化第4アンモニウム(TPAH)、水酸化テトラプロピルアンモニウム(TPAH)、あるいは水酸化テトラブチルアンモニウム(TBAH)など、種々のアルキル基のものを採用することができる。

【図面の簡単な説明】

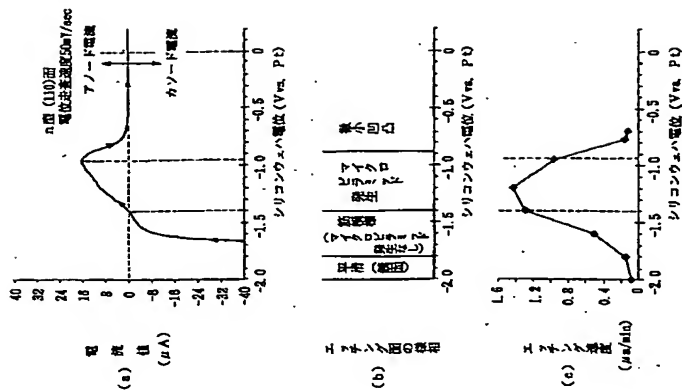
【図1】本発明の第1の実施形態を示すエッチング槽の概略的な構成図

【図2】面方位指数(110)のシリコンウエハに対する

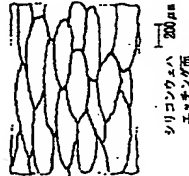
【図1】



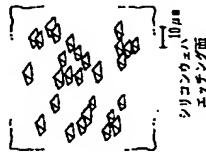
【図2】



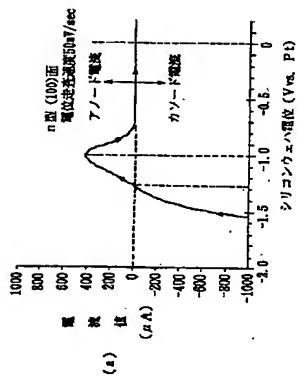
【図4】



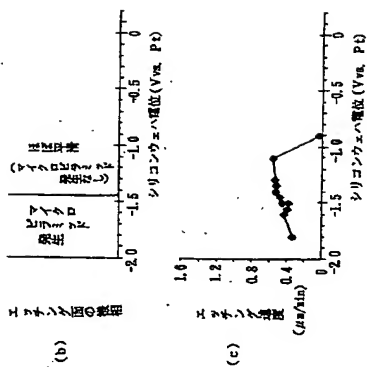
【図5】



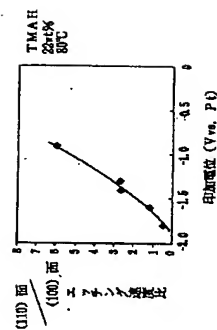
【図3】



【図3】



【図7】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5F043 AA02 BB02 DD12 DD14 EE10  
EE14 FF04 FF07 FF10 GG04